



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 29 523 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
A 61 B 17/56
A 61 B 17/58

DE 19829523 A1

21 Aktenzeichen: 198 29 523.5
22 Anmeldetag: 2. 7. 1998
43 Offenlegungstag: 5. 1. 2000

⑦ Anmelder:
Butsch, Michael, Prof.Dr.-Ing., 88718 Daisendorf, DE

⑧ Vertreter:
Dr. Weiss, Weiss & Brecht, 78234 Engen

72) Erfinder:
gleich Anmelder

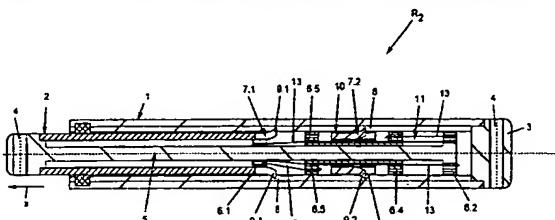
56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE	24 17 233 B2
DE	196 24 295 A1
US	55 05 734 A
US	54 15 660 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54) Distraktionsvorrichtung zum Auseinanderbewegen eines ein- oder zweiteiligen, ggf. getrennten Knochens

57) Bei einer Distraktionsvorrichtung zum Auseinanderbewegen eines ein- oder zweiteiligen, ggf. getrennten Knochens zur Verlängerung oder zur Überbrückung eines Knochenspaltes, mit einem ggf. in einen Markraum eines Knochens einführbaren Marknagel, welcher wenigstens zwei axial gegeneinander bewegbare Elemente (1, 2), aufweist, ist zur Bewegung zumindest eine Arbeitseinrichtung (11) mit dem Element (1) und einem bewegbaren Halteelement (10) verbunden, welches am Element (2) abgestützt ist.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Distraktionsvorrichtung zum Auseinanderbewegen eines ein- oder zweiteiligen, ggf. getrennten Knochens zur Verlängerung oder zur Überbrückung eines Knochenspaltes, mit einem ggf. in einen Markraum eines Knochens einfühbaren Marknagel, welcher wenigstens zwei axial gegeneinander bewegbare Elemente aufweist.

Derartige Vorrichtungen sind in vielfältigster Form und Ausführung auf dem Markt bekannt und gebräuchlich. Ziel dieser Distraktion ist eine körpereigene Nachbildung von Knochenmaterial. Verwiesen wird bspw. auf die EP 0 346 247 B1, in welcher ein intrakorporaler Knochenmarksnagel aufgezeigt ist, welcher zwei Teile eines Knochens auf mechanische Weise bewegt. Nachteilig daran ist, dass eine Nachstellung und ein Spannen nicht ohne weiteres möglich ist.

Ferner ist aus der DE 39 21 972 C2 ein Marknagel aufgezeigt, welcher ebenfalls auf mechanische Weise verlängerbar ist.

Nachteilig bei den herkömmlichen und im Stand der Technik aufgezeigten Distraktionsvorrichtungen ist, dass diese meist zu gross ausgebildet sind und einen schlechten Wirkungsgrad besitzen. Sie können nur begrenzte Distraktionskräfte auf den Knochen übertragen.

Meist sind sie komplex aufgebaut, schwierig zu bedienen und insbesondere häufig durch operative Eingriffe nachzustellen, was unerwünscht ist.

Ferner sind derartige im Stand der Technik bekannte Distraktionsvorrichtungen selten für sehr kleine Knochen geeignet, da ihre Grösse durch komplexe Bauteile begrenzt ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Distraktionsvorrichtung der o. g. Art zu schaffen, mit welcher hohe Distraktionskräfte steuerbar auf den Knochen ausgeübt werden und welche in beliebigen Grössen für alle verlängerbaren Knochen, auch sehr kleine Knochen, einsetzbar ist. Dabei sollen Distraktionsstrecken sowie Distraktionskräfte frei wählbar sein.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt, dass zur Bewegung zu mindest eine Arbeitseinrichtung mit dem Elemente und einem bewegbaren Halteelement verbunden ist, welches am Element abgestützt ist.

Bei der vorliegenden Erfindung sind vorzugsweise ineinander eingesetzte oder aneinander geführte Elemente vorgesehen, die verschiebbar angeordnet sind. Endseits sind die Elemente mit den jeweiligen einzelnen Knochenteilen fest verbunden.

Vorzugsweise ist das stehende Element mit einem Schubelement versehen, auf welchem sich das Halteelement axial hin und her bewegt. Das Haltelement stützt sich an dem äusseren Element mittels einer Sperreinrichtung ab. Hier können unterschiedlichste Varianten von Sperreinrichtungen gewählt sein. Das Haltelement ist über eine Arbeitseinrichtung mit dem Schubelement endseits verbunden.

Die Arbeitseinrichtung, welche vorzugsweise aus definiert in Achsrichtung bzw. in Form einer Feder gewickeltem Draht besteht, kann bei Verwendung sogenannter Formgedächtnislegierungen bei Erwärmung die Länge wesentlich ändern. Der in Achsrichtung gewickelte Draht zieht sich um mehrere Prozent der Gesamtlänge zusammen und die Feder wird länger. Durch die wechselseitige Abstützung des Haltelementes an den beiden Elementen wird das Ausfahren des einen und/oder des anderen Elementes erzwungen.

Anschliessend wird die Arbeitseinrichtung durch Unterbrechung einer Stromzufuhr abgekühlt, der Draht kann sich entspannen. Eine Spanneinrichtung, welche mit dem verschiebbaren bzw. bewegbaren Element und dem Halteele-

ment verbunden ist, bewegt das Haltelement entgegen einer Richtung zurück.

Bevorzugt wird ebenfalls als Spanneinrichtung ein Drahtelement verwendet, welches mit Strom beaufschlagt wird.

5 Dadurch wird der Draht erwärmt und verkürzt sich, da er aus Memory-Metall hergestellt ist. Das innenliegende Element stützt sich gegenüber dem äusseren Element über eine Sperreinrichtung ab, so dass das Haltelement in Richtung bewegt werden kann. Der Vorgang wiederholt sich. Durch die 10 Anzahl der Drähte, welche in Arbeits- bzw. Spanneinrichtung eingesetzt sind sowie über die entsprechenden Abstände von einer Aufnahme des Schubelementes zum Haltelement bzw. vom Haltelement zum inneren Element lässt sich exakt Einfluss auf die geforderte Distraktionsstrecke und die Distraktionskraft nehmen. Anstelle des Spannlementes kann auch je nach Anordnung ein Zug- oder Druckfederelement eingesetzt werden.

Die Drähte die zur Erwärmung des Memory-Metalldrahtes dienen sind an Energieübertrager angeschlossen, welche 20 bspw. unter der Haut angeordnet sind. Auf diese Weise kann induktiv berührungslos ohne operativen Aufwand die Distraktioneinrichtung über einen langen Zeitraum hinweg betätigt werden.

Insgesamt ist mit der vorliegenden Erfindung eine Distraktioneinrichtung geschaffen, welche auf jeden beliebigen Knochen, der verlängert werden soll, in Form, Grösse und technischer Ausführung angepasst werden kann. Es kann über bspw. die Anzahl der Drähte, über die Länge der Drähte exakt Einfluss auf das Distraktionsverhalten genommen werden. Diese Distraktionsvorrichtung ist auch für sehr hohe Distraktionskräfte bei kleinster möglicher Einbaugrösse geeignet.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in

Fig. 1 einen zumindest teilweisen dargestellten Querschnitt durch eine erfindungsgemäss Distraktionsvorrichtung mit Arbeits- und Spanneinrichtung;

Fig. 2 einen Querschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel der Distraktionsvorrichtung gemäss Fig. 1;

Fig. 3 einen Querschnitt durch eine Distraktionsvorrichtung gemäss den Fig. 1 und 2 mit einer Zugfeder als Spannlement;

Fig. 4 einen Querschnitt durch eine Distraktionsvorrichtung gemäss der Fig. 3 mit einer Druckfeder als Arbeitseinrichtung;

Fig. 5 einen Querschnitt durch eine Distraktionsvorrichtung gemäss der Fig. 4 mit einem Druckfederelement aus Formgedächtnismaterial als Arbeitseinrichtung und einer Druckfeder als Spanneinrichtung.

Gemäss Fig. 1 weist eine erfindungsgemäss Distraktionsvorrichtung R₁ ein rohrartiges Element 1 auf, in welchem ein entsprechend passendes Element 2 radial geführt und in einer Richtung X axial beweglich ist. Endseitig des Elementes 1 ist ein Deckel 3 als Verschluss vorgesehen. In dem Deckel 3 ist eine Öffnung 4 vorgesehen, um das Element 1 in einem Knochen bspw. mittels eines Schraubenelementes od. dgl. festzulegen bzw. dort zu verankern.

60 In das Element 2 ist endseitig ein Schubelement 5 eingeführt, welches an einem herausragenden Ende ebenfalls mit einer Öffnung 4 zum Festlegen in einem Knochen versehen ist. Das Schubelement 5 ist bevorzugt fest mit dem Element 2 verbunden.

65 Das Schubelement 5 ist mit einer Aufnahme 6.1 versehen, welche bevorzugt nahe der Öffnung 4 angeordnet ist. Ebenfalls weist das Schubelement 5 andernends, nahe des Deckels 3 im Element 1 eine Aufnahme 6.2 auf.

Bevorzugt endseits nach innen gerichtet ist das Element 2 mit einer Sperreinrichtung 7.1 versehen, welche in hier nicht näher dargestellte Ausrastungen 8 mittels einem Sperrelement 9.1 in Verbindung steht. Die Sperreinrichtung 7.1, insbesondere die Sperrelemente 9.1 sind derart ausgebildet, dass sie in die Ausrastungen 8 des Elementes 1 eingreifen und nur eine Bewegung des Elementes 2 in einer Richtung X und/oder eine Bewegung des Elementes 1 entgegen der Richtung X möglich ist. Bevorzugt ist das Schubelement 5 länger als das Element 2 ausgebildet.

Entsprechend dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist ein Halteelement 10 innerhalb des Elementes 1 angeordnet, welches ebenfalls mit einer Sperreinrichtung 7.2 versehen ist. Das Haltelement 10 wird auf dem Schubelement 5 axial geführt. Diese Sperreinrichtung 7.2 weist ebenfalls Sperrelemente 9.2 auf, welche in entsprechende Ausrastungen 8, die innerhalb des Elementes 1 vorgesehen sind, im Eingriff stehen. Das Haltelement 10 lässt sich innerhalb des Elementes 1 axial hin und her bewegen. Bei einer Bewegung des Haltelementes 10 in Richtung des Dekkels 3 nehmen die in die Ausrastungen 8 des Elementes 2 eingreifenden Sperrelemente 9.2 das Element 1 in axialer Richtung entgegen einer Richtung X mit. Die Sperrklinken 9.1 ratschen in nicht sperrender Weise über die Ausrastungen 8. Bei Rückstellung des Haltelementes 10 in die entgegengesetzte Richtung wird das Element 2 durch die in die Ausrastungen 8 eingreifenden Sperrelemente 9.1 des stehenden Elementes 2 an einer axialen Rückwärtsbewegung gehindert und die Sperrelemente 9.2 ratschen in nicht sperrender Weise über die Ausrastungen 8. Das Haltelement 10 ist beidseits mit Aufnahmen 6.4 und 6.5 versehen.

Bei der vorliegenden Erfindung ist eine Arbeitseinrichtung 11 zwischen Halteelement 10 und Schubelement 5, insbesondere zwischen deren Aufnahmen 6.2 und 6.4 eingesetzt. Ferner ist zwischen dem Element 2, insbesondere der Aufnahme 6.1 und dem Haltelement 10, insbesondere dessen Aufnahme 6.5 eine Spanneinrichtung 12 eingesetzt und verbindet das Haltelement 10 mit dem Element 2.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Arbeitseinrichtung 11 aus einem Draht 13 gebildet, welcher um die Aufnahmen 6.2 und 6.4 aufgewickelt ist. Bevorzugt ist der Draht 13 als Formgedächtnismetall, auch Memory-Metall genannt, ausgebildet. Die Drähte 13 sind ohne elektrischen Kontakt gewickelt bzw. mit einer Isolierung versehen und können von außerhalb, mit Strom gespeist werden.

Die Spanneinrichtung 12 besteht im vorliegenden Ausführungsbeispiel aus dem Draht 13 aus Memory-Metall. Dieser ist bevorzugt um die Aufnahme 6.1 des Elementes 2 und Aufnahme 6.5 des Haltelementes 10 aufgewickelt.

Diese Distraktionsvorrichtung R₁ wird in einen zu verlängern Knochen zur Knochenüberbrückung oder Knochenverlängerung in bekannter Weise eingeführt. Die beiden Elemente 1, 2 werden mit den entsprechenden hier nicht dargestellten Knochenteilen fest verbunden, in dem bspw. Befestigungselemente durch die Öffnungen 4 der Elemente 1, 2 eingreifen.

Zur Distraktion wird die Arbeitseinrichtung 11 in Betrieb gesetzt. Dabei wird der Draht 13 oder eine Mehrzahl davon mit Strom beaufschlagt, so dass sich diese auf Grund eines niedrigen Querschnittes und eines hohen ohmschen Widerstandes erwärmen. Diese Erwärmung führt dazu, dass die aus Memory-Metall hergestellten Drähte sich oberhalb einer definierten Temperatur der sogenannten Grenztemperatur zusammenziehen. Je grösser der Abstand zwischen der Aufnahme 6.2 und 6.4 von Schubelement 5 und Haltelement 10 ist, desto grösser wird die Verkürzung der Drähte 13 beim Erwärmen die Arbeitseinrichtung 11. Diese Verkürzung bewirkt, dass das Schubelement 5 druckbeaufschlagt über die

Aufnahmen 6.2, 6.4 das Element 2 in Richtung X aus dem Element 1 herausbewegt. Dabei stützt sich das Haltelement mittels der Sperreinrichtung 7.2 an dem Element 1 ab, so dass eine Rückbewegung unterbleibt. Bevorzugt greifen 5 dann die Sperrelemente 9.2 in Ausrastungen 8 des Elementes 1 ein.

Auf diese Weise kann über die Auswahl des Drahtes 13, über den Abstand der Aufnahmen 6.2 und 6.4 Einfluss auf die Distraktion genommen werden. Entsprechend können 10 auch hier die Distraktionskräfte durch die Anzahl der Drähte exakt berechnet und bestimmt werden.

Anschliessend wird die Stromzufuhr unterbrochen und die Arbeitseinrichtung 11 kühl ab. Die Drähte 13 entspannen sich.

15 Anschliessend wird die Spanneinrichtung 12 bspw. durch Bestromung in Betrieb gesetzt, so dass sich dessen Drähte 13, welche zwischen der Aufnahme 6.1 und 6.5 des Haltelementes 10 angeordnet sind, erwärmen und in oben beschriebener Weise, da sie als Memory-Metall ausgebildet 20 sind, verkürzen. Diese Verkürzung bewirkt eine Rückstellung des Haltelementes 10, mit oben beschriebener Bewegung. Gleichzeitig werden die Drähte 13 der Arbeitseinrichtung 11 wieder gespannt.

Dieser Vorgang lässt sich beliebig wiederholen. Auf diese 25 Weise lässt sich das Element 2 aus dem Element 1 und/oder das Element 1 aus dem Element 2 herausfahren. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung soll jedoch auch liegen, die Elemente 1, 2 als Vollprofile, Rechteckprofile, od. dgl. auszustalten.

30 Ferner soll auch im Rahmen der vorliegenden Erfindung liegen, dass die Elemente 1, 2 gegeneinander nur axial und nicht radial bewegt werden können. Dies kann bspw. mittels Führungsnuten od. dgl. geschehen.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden 35 Erfindung gemäss Fig. 2 ist eine Distraktionsvorrichtung R₂ dargestellt, welche im wesentlichen entsprechend der Distraktionsvorrichtung R₁ gemäss Fig. 1 aufgebaut ist. Durch eine Umlenkung der Drähte 13 der Arbeitseinrichtung 11 und der Spanneinrichtung 12 wird eine besonders kurze 40 Bauweise erreicht. Dies ist bspw. für sehr kleine und kurze Röhrenknochen im Handbereich von Vorteil.

Daher ist die Aufnahme 6.5 am Element 2 im Bereich der Sperreinrichtung 7.1 angeordnet. Dies hat ferner zum Vorteil, dass sehr kleine Distraktionsschritte vorgenommen 45 werden können und die Distraktionsvorrichtung R₂ insgesamt sehr klein ausgebildet werden kann. Dies ist bspw. für sehr kleine und kurze Knochen von Vorteil.

Die Funktionsweise dieser Distraktionsvorrichtung R₂ entspricht der oben beschriebenen.

50 In einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gemäss Fig. 3 ist eine Distraktionsvorrichtung R₃ dargestellt, welche in etwa der Distraktionsvorrichtung R₁ gemäss Fig. 1 entspricht. Lediglich ist die Spanneinrichtung 12 als Zugfederelement 14 ausgebildet. Die Drähte 13 können hier entfallen. Das Zugfederelement 14 ist einerseits an der Aufnahme 6.1 des Elementes 2 und andererseits an der Aufnahme 6.5 des Haltelementes 10 festgelegt.

Wird die Arbeitseinrichtung 11 in Betrieb gesetzt, so wird 55 nach Erwärmung der Drähte 13 das Schubelement 5 gegenüber dem festgelegten und eingerasteten Haltelementen 10 in Richtung X bewegt und gleichzeitig das Zugfederelement 14 auf Zug gespannt. In oben beschriebener Weise nehmen die Sperrelemente 9.2 das Element 1 in axialer Richtung mit.

60 Nach dem Unterbrechen der Stromzufuhr kann die Arbeitseinrichtung 11 abkühlen. Das gespannte Zugfederelement 14 dehnt die Drähte 13 bis zu ihrer ursprünglichen Länge. Die Funktionsweise der Sperrelemente bei der Rück-

stellung ist die gleiche wie bei der Distraktionsvorrichtung R₁. Auf diese Weise kann das Element 2 gegenüber dem Element 1 ausfahren werden.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung soll jedoch auch liegen, dass bspw. die Elemente 1, 2 als runde oder mehr-eckartige, rechteckartige Hohlprofile ausgebildet sein können und ineinander verschiebbar sind. Die Elemente 1, 2 können jedoch auch als Vollprofile gegeneinander verschiebbar ausgebildet sein.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gemäss Fig. 4 ist eine Distraktionsvorrichtung R₄ aufgezeigt, bei welcher zwischen dem Halteelement 10, insbesondere dessen Aufnahme 6.5 und der Aufnahme 6.1 des Elementes 2 die Arbeitseinrichtung 11 und die Spanneinrichtung 12 eingesetzt sind. Daher wird eine sehr kurze axiale Bauweise ermöglicht. Bei Erwärmung über eine Grenztemperatur spannt sich der Draht 13 der Spanneinrichtung 12 und spannt ein Druckfederelement 15 der Arbeitseinrichtung 11. Dabei wird das Haltelement 10 in der dort dargestellten Richtung X mitgenommen. Dies erlaubt den bei Fig. 1 beschriebenen Ratschenmechanismus.

Nach dem Abkühlen kann sich das Druckfederelement 15 entspannen und nimmt das Element 1 und/oder das Element 2 entgegen oder in der dort dargestellten Richtung X axial mit. Dabei werden gleichzeitig die Drähte 13 auf ihre ursprüngliche Länge gedehnt.

Das Schubelement 5 ist bei diesem Ausführungsbeispiel axial kraftfrei und dient nur zur Führung des Haltelements 10.

In dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gemäss Fig. 5 ist eine Distraktionsvorrichtung R₅ aufgezeigt, bei welcher die Arbeitseinrichtung 11 als Druckfeder 16 anstelle des Drahtes 13 aus Formgedächtnismetall zu einer Feder gewunden ist, welche bei Überschreiten einer bestimmten Grenztemperatur verlängert wird. Dabei wird ein Druckfederelement 15 der Arbeitseinrichtung 12 gespannt. Die Kräfte können im abgekühlten Zustand der Druckfeder 16 ein Zusammenpressen der Arbeitseinrichtung 12 auf die ursprüngliche Länge hervorrufen. Die entsprechende Funktionsweise des Ratschenmechanismus, wie er oben beschrieben ist, bleibt gleich.

Ferner soll vom vorliegenden Erfindungsgedanken umfasst sein, dass die Drähte 13, welche aus Memory-Metall hergestellt sind, mit einer Isolierung versehen sind, die entsprechende Verkürzungen und Dehnungen des Drahtes 13 zulassen. Durch den geringen Querschnitt der Drähte 13 kommt es bei einer Bestromung zur Erwärmung. Diese Wärme wird, da die Drähte 13 aus Memory-Metall gebildet sind, zur Verkürzung der Drähte 13 benutzt. Die Drähte 13 der Arbeitseinrichtung 11 und Spanneinrichtung 12 werden über hier nicht dargestellte Geräte zur Einnergieeinspeisung angeschlossen, welcher bspw. im Bereich unter der Haut liegt. Über entsprechende induktive Geber kann dann die elektrische Energie zum Inbetriebsetzen der Distraktionsvorrichtungen R₁ bis R₅ übertragen werden. Auf diese Weise können auch Informationen über das distraktive Verhalten übermittelt werden.

Die Drähte 13 oder andere Elemente der Distraktionsvorrichtung können auch von aussen direkt induktiv erwärmt werden, ohne dass bspw. ein Energiewandler vorgesehen sein muss. Dies kann bspw. mit einem wechselnden elektromagnetischen Feld erzeugt werden, welches von aussen an die Extremitäten angelegt wird. Eine elektronische Steuerung oder Regelung kann entfallen.

Es soll ferner daran gedacht sein, entsprechende Temperatursensoren der Distraktionsvorrichtung R₁ bis R₅ insbesondere der Arbeitseinrichtung 11 und Spanneinrichtung 12 zuzuordnen, um eine Temperatursteuerung und Regelung

exakt vornehmen zu können. Gleichzeitig können die Temperatursensoren der Kontrolle dienen, ob die Abkühlung beim Entspannen der Arbeitseinrichtung nach einer Erwärmung erfolgt ist. Erst dann wird die Spanneinrichtung 12 in

5 Betrieb genommen.

Zudem kann über derartige Temperatursensoren eine wechselseitige Bestromung der Arbeitseinrichtung 11 bzw. Spanneinrichtung 12 vorgenommen werden, wobei auch die entsprechenden Schaltvorgänge zur Berechnung der erreichten 10 Distraktionsstrecke aufzählbar sind.

Es kann ferner von Vorteil sein, elektrische bzw. mechanische Kontaktélémente für die jeweilige Endposition des Haltelementes 10 bspw. beim Verkürzen mittels der Arbeitseinrichtung bzw. beim Spannen mittels der Spanneinrichtung 12 vorzusehen. Die entsprechenden Kontaktélémente können zur wechselseitigen Bestromung von Arbeitseinrichtung 11 bzw. Spanneinrichtung 12 sowie zum Aufzählen der Kontakte und zur Berechnung der erreichten Distraktionsstrecke dienen.

20 Ferner kann eine absolute Wegmessung über ein Längenmesssystem, welches nach bspw. dem physikalischen Prinzip der elektrischen Induktion, der Magnetostriktion der Magnetoresistenz oder der Änderung des elektrischen Widerstandes mit zunehmender Länge der ausgefahrenen Elemente 1, 2 funktioniert.

Zur Bestimmung, der Verlängerung eines Knochens bzw. zur Überbrückung eines Knochenspaltes können auch Kraftsensoren zur Überwachung der Distraktionskräfte vorgesehen sein. Hierdurch lässt sich ebenfalls Einfluss auf die Verlängerung eines Knochens nehmen.

Bezugszeichenliste

1	Element
2	Element
3	Deckel
4	Öffnung
5	Schubelement
6	Aufnahme
7	Sperreinrichtung
8	Ausrastung
9	Sperrelement
10	Halteelement
11	Arbeitseinrichtung
12	Spanneinrichtung
13	Draht
14	Zugfederelement
15	Druckfederelement
16	Druckfeder
R ₁	Distraktionsvorrichtung
R ₂	Distraktionsvorrichtung
R ₃	Distraktionsvorrichtung
R ₄	Distraktionsvorrichtung
R ₅	Distraktionsvorrichtung
X	Richtung

Patentansprüche

1. Distraktionsvorrichtung zum Auseinanderbewegen eines ein- oder zweiteiligen, ggf. getrennten Knochens zur Verlängerung oder zur Überbrückung eines Knochenspaltes, mit einem ggf. in einen Markraum eines Knochens einführbaren Marknagel, welcher wenigstens zwei axial gegeneinander bewegbare Elemente (1, 2), aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bewegung zumindest eine Arbeitseinrichtung (11) mit dem Elemente (1) und einem bewegbaren Halteelement (10) verbunden ist, welches am Element (2) abge-

stützt ist.

2. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Haltcelement (10) und das bewegbare Element (1 oder 2) mit einer Spanneinrichtung (12) in Verbindung stehen. 5
3. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass an das bewegbare Element (1 oder 2) ein Schubelement (5) anschliesst, welches das Haltelement (10) durchgreift. 10
4. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Schubelement (5) einends mit einer Aufnahme (6.2) versehen ist. 15
5. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitseinrichtung (11) zwischen Aufnahme (6.2) des Schubelements (5) und Haltelement (10) angeordnet und mit diesen, ggf. an dessen Aufnahme (6.4 oder 6.5), verbunden ist. 20
6. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass dem Haltelement (10) und/oder dem Element (2) wenigstens eine Sperreinrichtung (7.1, 7.2), insbesondere als Ausrastungen (8) mit darin eingreifenden Sperrelementen (9.1, 9.2) zugeordnet ist, welche durch Kraftübertragung des Haltelementes (10) auf das Element (2) eine Rückbewegung des Elementes (1) entgegen einer Richtung (X) verhindert. 25
7. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Element (2) entlang dem Element (1) verschiebbar angeordnet ist, wobei das Element (2) und/oder das Element (1) mit wenigstens einer Sperreinrichtung (7.1, 7.2) versehen ist. 30
8. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Sperrelement (7.1) rastbar eine Rückbewegung des Elementes (2) gegenüber dem Element (1) verhindert. 35
9. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Elemente (1, 2) als Hohlprofile ausgebildet sind, wobei das Element (2) innerhalb des Elementes (1) verschiebbar angeordnet ist. 40
10. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitseinrichtung (11) zumindest teilweise aus Formgedächtnismaterial hergestellt ist. 45
11. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitseinrichtung (11) zumindest aus einem Federelement (16) und/oder aus einer Mehrzahl von Drähten (13) gebildet ist, welche zueinander isoliert sind, wobei Federelement (16) und/oder Drähte (13) aus Formgedächtnismaterial hergestellt sind. 50
12. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass durch Betätigen der Arbeitseinrichtung (11) das Schubelement (5) des Elementes (2) gegen das Haltelement (10) bewegbar ist. 55
13. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass bei Bestromung der Arbeitseinrichtung (11), insbesondere der Drähte (13) eine Erwärmung erfolgt, welche eine Verkürzung der Arbeitseinrichtung (11) oder Verlängerung eines Federelementes (16) bewirkt. 60
14. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass durch Verkürzung der Arbeitseinrichtung (11) das Schubelement (5) und das Element (2) gegenüber dem, an dem Element (1) fixierten Haltelement (10) in Richtung (X) bewegbar ist. 65
15. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Betreiben der

Arbeitseinrichtung (11) und nach ggf. Unterbrechung einer Bestromung ein Abkühlen und unter Krafteinwirkung der Spanneinrichtung (12) eine Verformung der Elemente der Arbeitseinrichtung (11) in deren ursprüngliche Form erfolgt.

16. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtung (12) zumindest teilweise aus Formgedächtnismaterial hergestellt und zwischen einer Aufnahme (6.1) des Elementes (2) und Aufnahme (6.2) und/oder (6.5) vorgesehen ist. 16
17. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Spanneinrichtung (12) aus einem Zugfederelement (14) oder einem Druckfederelement (15) und/oder aus einer Mehrzahl von Drähten (13) gebildet ist, welche zueinander isoliert sind, wobei die Drähte (13) aus Formgedächtnismaterial hergestellt sind. 17
18. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass bei Bestromung der Spanneinrichtung (12), insbesondere der Drähte (13) eine Erwärmung erfolgt, welche eine Verkürzung der Spanneinrichtung (12) bewirkt. 18
19. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass durch Verkürzung der Spanneinrichtung (12), insbesondere der Drähte (13) das Haltelement (10) gegenüber dem Element (2) in Richtung (X), ggf. rastbar bewegbar ist. 19
20. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Betreiben der Spanneinrichtung (12) ein Abkühlen durch Unterbrechung der Bestromung und damit eine Dehnung der Spanneinrichtung (12), insbesondere der Drähte (13) erfolgt. 20
21. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass Arbeitseinrichtung (11) und Spanneinrichtung (12) alternierend betrieben sind. 21
22. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitseinrichtung (11) oder der Spanneinrichtung (12) zumindest eine Heizeinrichtung zugeordnet ist. 22
23. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitseinrichtung (11) und/oder Spanneinrichtung (12) als Rohr- oder rohrartige Elemente aus Formgedächtnismetall gebildet sind, welchen zur Verkürzung eine Heizeinrichtung zugeordnet ist. 23
24. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass eine Versorgung einer Arbeitseinrichtung (11) und/oder Spanneinrichtung (12) mit Energie berührungslos ggf. über Induktion erfolgt. 24
25. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitseinrichtung (11) und/oder der Spanneinrichtung (12) Temperaturnesselemente, insbesondere Temperatursensoren zur Überwachung, Steuerung und Regelung der Temperaturen beim Erwärmen und Abkühlen zugeordnet sind. 25
26. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitseinrichtung (11) und/oder der Spanneinrichtung (12) Sensorelemente und/oder Kontrollelemente zugeordnet sind, welche die Anzahl der Schaltvorgänge ermitteln und eine Distraktionsstrecke bestimmen. 26
27. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem

der Ansprüche 2 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass den Elementen (1, 2), Kontaktelmente zum Erkennen von Endlagen des Halteelementes (10) und/oder des Elementes (1) zugeordnet sind.

28. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem 5 der Ansprüche 2 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass Kraftsensoren zur Überwachung der Distraktionskräfte den Elementen (1, 2), und/oder der Spanneinrichtung (12) und/oder Arbeitseinrichtung (11) zugeordnet sind.

29. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem 10 der Ansprüche 1 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Elemente (1, 2) verdrehgesichert, ggf. über Führungsnuaten, Führungsnasen od. dgl. axial ineinander oder aneinander geführt, bewegbar angeordnet sind.

30. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem 15 der Ansprüche 2 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Element (1 und/oder 2) und Halteelement (10) die Spanneinrichtung (12) und/oder Arbeitseinrichtung (11) vorgesehen sind.

31. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem 20 der Ansprüche 2 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Element (2) und/oder Halteelemente (10) zumindest eine Druckfeder (16) und zwischen Halteelement (10) und Schubelement (5) zumindest ein Druckfederelement (15) vorgesehen ist. 25

32. Distraktionsvorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass Druckfederelement (15) und/oder Druckfeder (16) aus Formgedächtnismaterial hergestellt sind, welchen ggf. eine Heizeinrichtung zugeordnet ist. 30

33. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 11 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Draht (13) der Arbeitseinrichtung (11) und/oder der Spanneinrichtung (12) im Halteelement (10) und/oder in der zumindest einen Aufnahme 35 (6.1 bis 6.5) durchgeführt ist.

34. Distraktionsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitseinrichtung (11) und/oder Spanneinrichtung (12) von extern, ggf. induktiv erwärmbar sind. 40

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

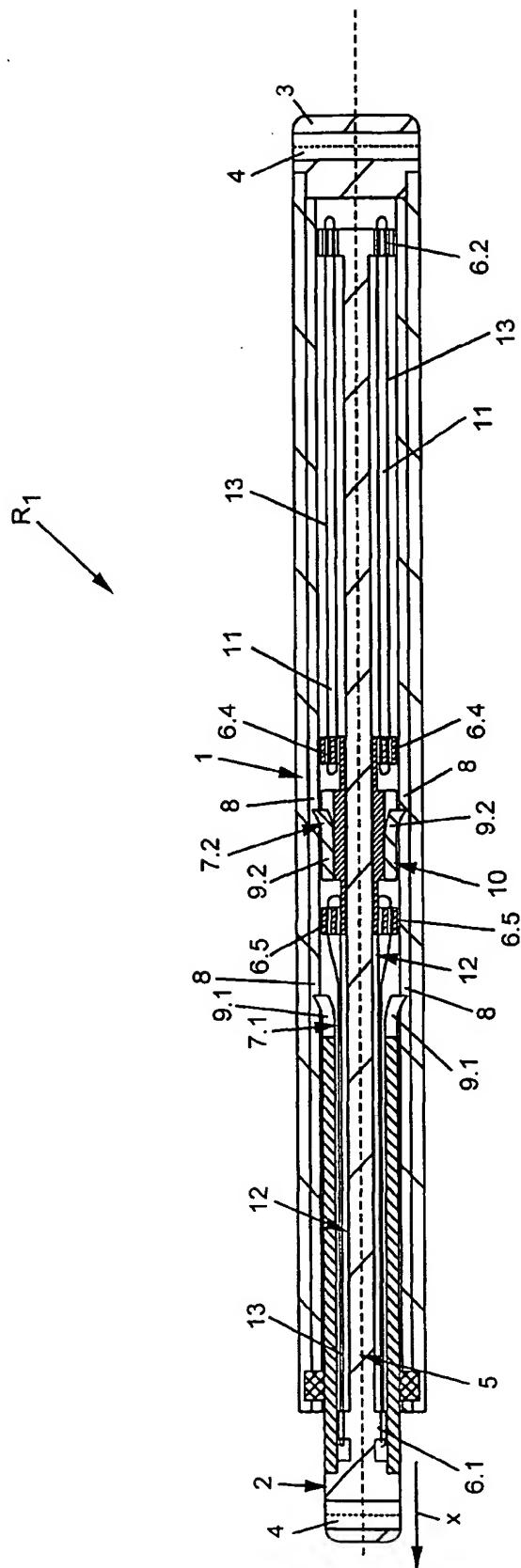


Fig. 1

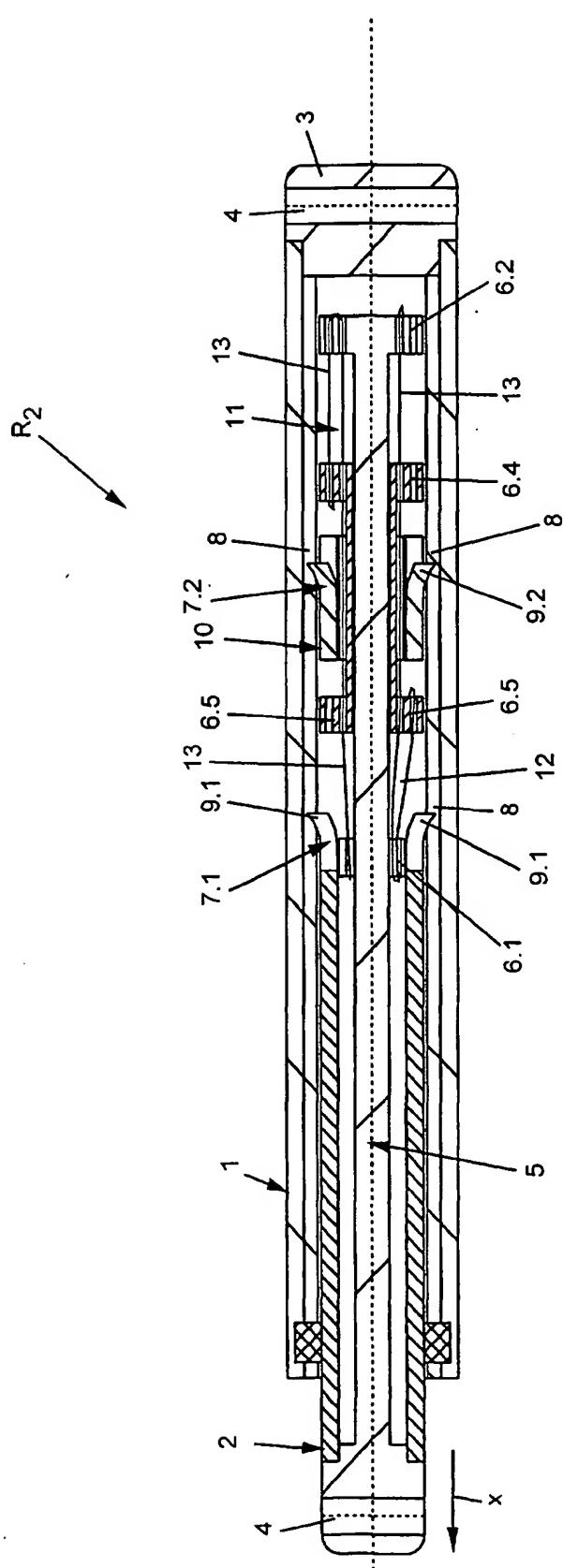


Fig. 2

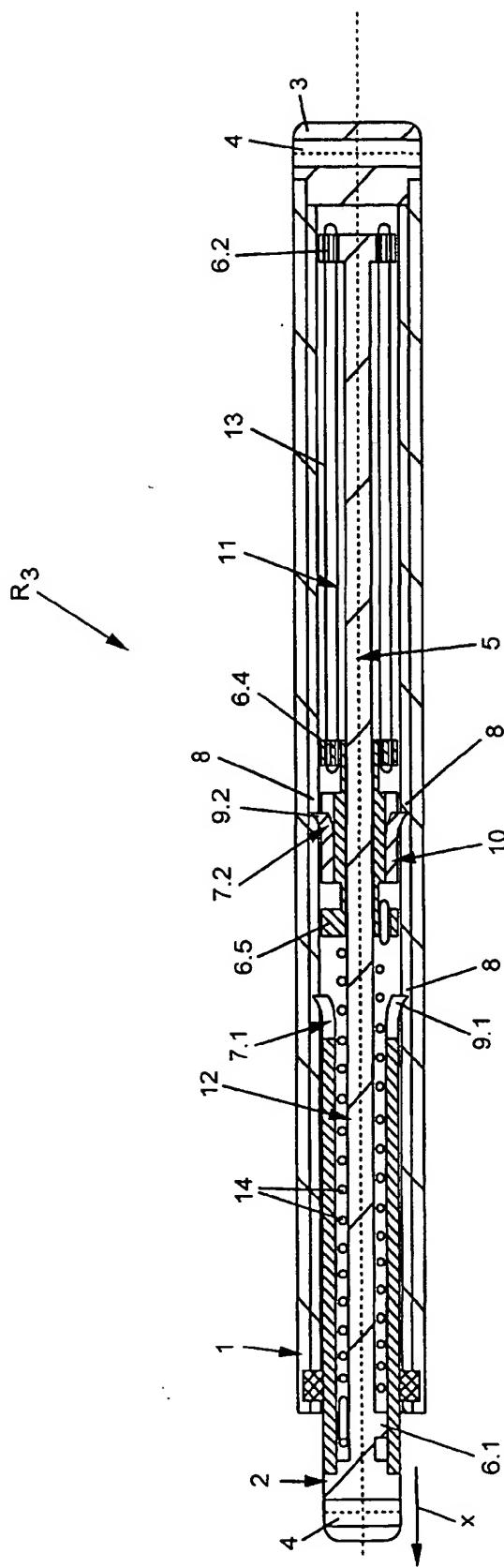


Fig. 3

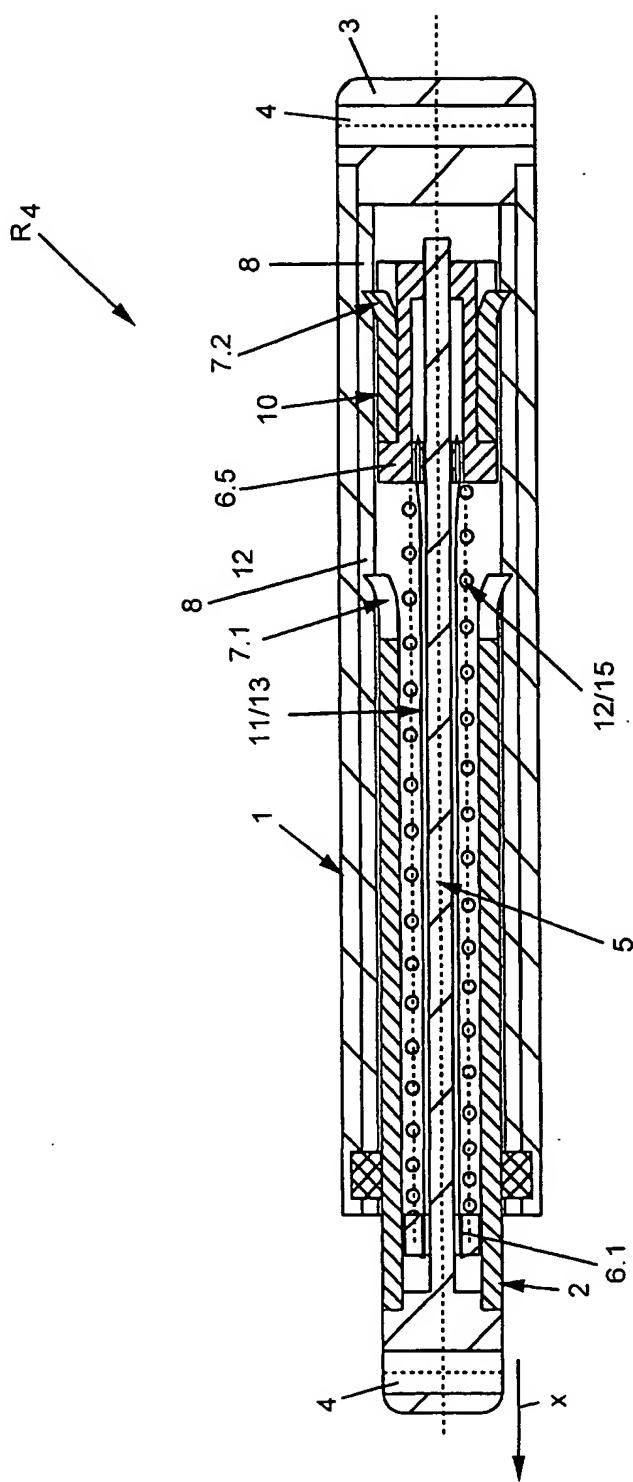


Fig. 4

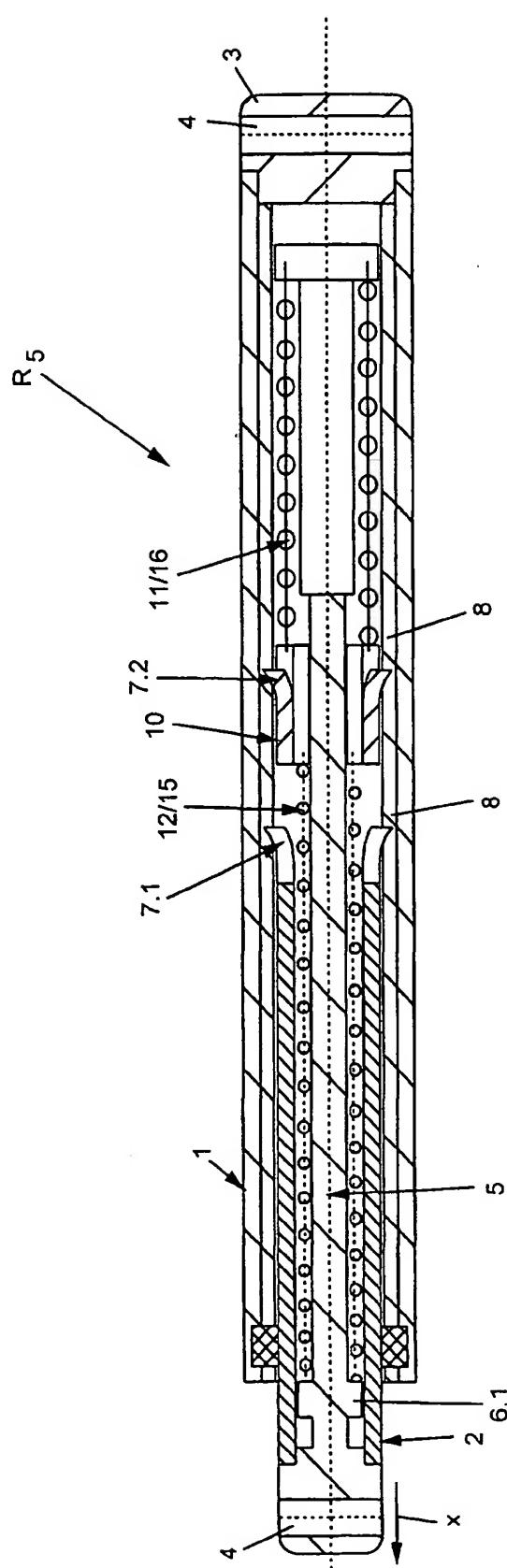


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAYSCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.